

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/086958 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B81C 1/00

STIFTUNG [DE/DE]; 89518 Heidenheim an der Brenz (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/03873

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. April 2003 (15.04.2003)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BIECK, Florian [DE/DE]; Darwinstrasse 7A, 01109 Dresden (DE). LEIB, Jürgen [DE/DE]; Philipp-Dirr-Strasse 44, 85354 Freising (DE). MUND, Dietrich [DE/DE]; Buchenstrasse 9, 84101 Obersüßbach (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(74) Anwalt: HERDEN, Andreas; Blumbach, Kramer & Partner GbR, Alexandrastrasse 5, 65187 Wiesbaden (DE).

(30) Angaben zur Priorität:

202 05 830.1	15. April 2002 (15.04.2002)	DE
102 22 958.9	23. Mai 2002 (23.05.2002)	DE
102 22 964.3	23. Mai 2002 (23.05.2002)	DE
102 22 609.1	23. Mai 2002 (23.05.2002)	DE
102 52 787.3	13. November 2002 (13.11.2002)	DE
103 01 559.0	16. Januar 2003 (16.01.2003)	DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von AU, GB, IE, IL, IN, JP, KP, KR, NZ, SG, US, ZA): SCHOTT GLAS [DE/DE]; Hattenbergstrasse 10, 55122 Mainz (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Anmelder (nur für AU, BB, BF, BJ, BZ, CF, CG, CI, CM, GA, GB, GD, GE, GH, GM, GN, GQ, GW, IE, IL, IN, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, MG, ML, MN, MR, MW, MZ, NE, NZ, SD, SG, SL, SN, SZ, TD, TG, TT, TZ, UG, VN, ZA, ZM, ZW): CARL-ZEISS-STIFTUNG TRADING AS SCHOTT GLAS [DE/DE]; Hattenbergstrasse 10, 55122 Mainz (DE).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(71) Anmelder (nur für BB, BF, BJ, BZ, CF, CG, CI, CM, GA, GD, GE, GH, GM, GN, GQ, GW, JP, KE, KG, KZ, LC, LK, LR, LS, MG, ML, MN, MR, MW, MZ, NE, SD, SL, SN, SZ, TD, TG, TT, TZ, UG, VN, ZM, ZW): CARL-ZEISS

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A PRODUCT HAVING A STRUCTURED SURFACE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES ERZEUGNISSES MIT EINER STRUKTURIERTEN OBERFLÄCHE

(57) Abstract: The aim of the invention is to provide a method for producing microstructures in glass or in glass-like layers. To this end, an auxiliary substrate (10, 20) having a structured surface (20a) is used, whereby the surface defines a negative mold for the product to be produced. A layer (30) made of glass or of a glass-like material is vapor-deposited onto the structured surface (20a) of the auxiliary substrate. The auxiliary substrate is subsequently removed, e.g. by using wet-chemical techniques, whereby exposing the positive structure. The invention enables the excellent production of microchannels and optical microstructures such as microlenses.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, ein Verfahren zur Herstellung von Mikrostrukturen in Glas oder glasähnlichen Schichten bereitzustellen. Hierzu wird ein Hilfssubstrat (10, 20) mit einer strukturierten Oberfläche (20a) verwendet, wobei die Oberfläche eine Negativform für das herzustellende Erzeugnis definiert. Auf die strukturierte Oberfläche (20a) des Hilfssubstrats wird nun eine Schicht (30) aus Glas oder einem glasähnlichen Material aufgedampft. Anschliessend wird das Hilfssubstrat, z.B. nasschemisch entfernt, dass die Positivstruktur freigelegt wird. Mit der Erfindung lassen sich hervorragend Mikrokanäle und optische Mikrostrukturen, wie Mikrolinsen erzeugen.

WO 03/086958 A2

03SGL0122WOP

Schott Glas

**Verfahren zur Herstellung eines Erzeugnisses mit
einer strukturierten Oberfläche**

5 Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Erzeugnisses mit einer strukturierten Oberfläche sowie derartige Erzeugnisse im Allgemeinen und ein Verfahren zur Erzeugung von Mikrostrukturen in Glas im Besonderen.

Glas wird für eine Vielzahl von Anwendungen unter anderem wegen seiner hervorragenden optischen und chemischen Eigenschaften geschätzt und verwendet. Gläser sind z.B. hochresistent gegen Wasser, Wasserdampf und insbesondere auch gegen aggressive Stoffe, wie Säuren und Basen. Ferner sind Gläser durch verschiedene Zusammensetzungen oder Zusätze außerordentlich variabel und lassen sich somit an eine Vielzahl von Anwendungsgebieten anpassen.

Ein großes Anwendungsfeld für Gläser ist die Optik und Optoelektronik. Z.B. im Bereich der Datenübertragung ist die Verwendung von optischen Bauelementen nicht mehr wegzudenken.

Gerade in diesem Anwendungsfeld werden die Bauelemente immer kleiner, wodurch die Anforderungen an die Präzision der Bauelemente stetig wachsen. Z.B. besteht einer hoher Bedarf an lichtbeeinflussenden, z.B. refraktiven oder diffraktiven Bauelementen von höchster optischer Güte. An dieser Stelle

seien nur beispielhaft optische Mikrolinsen genannt.

Glas eignet sich aufgrund seiner hervorragenden optischen Eigenschaften hierfür sehr gut. Im Gegenzug bereitet Glas
5 aber einige Schwierigkeiten in der Anwendung. So ist die genaue Bearbeitung, insbesondere eine feine Strukturierung von Glas problembehaftet.

Es ist zwar bekannt Gläser nass- oder trockenchemisch zu
10 ätzen. Jedoch lassen sich besonders bei Gläsern hier nur geringe Ätzzraten erreichen, so daß auch ein solches Verfahren langsam und dementsprechend für eine Massenproduktion zu kostenintensiv ist.

15 Beispielsweise ist es auch bekannt, Fotostrukturierbare Gläser, wie beispielsweise FOTURAN® zu verwenden. Derartige Gläser sind jedoch außerordentlich teuer.

Auch mit einem Laser lassen sich auf Gläsern genaue
20 Strukturen herstellen, jedoch ist auch diese Technik sehr langsam und für eine Massenproduktion ebenfalls zu teuer.

Ferner sind verschiedene mechanische Bearbeitungsverfahren, z.B. Schleifen und Polieren bekannt, die aber im allgemeinen
25 nicht die mit anderen Verfahren erreichbare Genauigkeit und Feinheit ermöglichen.

Die Erfindung hat sich daher die Aufgabe gestellt, ein Verfahren bereit zu stellen, welches eine einfache und
30 kostengünstige Herstellung eines Erzeugnisses mit einer strukturierten Oberfläche erlaubt.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung eines Erzeugnisses mit einer strukturierten
35 Oberfläche bereit zu stellen, welches eine präzise, exakt

positionierbare und/oder vielfältige Strukturierung gestattet.

5 Noch eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung eines Erzeugnisses mit einer strukturierten, insbesondere mikrostrukturierten, Oberfläche bereit zu stellen, welches sich für Glas oder ein Material mit glasartiger Struktur eignet, ohne auf dieses beschränkt zu sein.

10 Noch eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung eines Erzeugnisses mit einer strukturierten Oberfläche bereit zu stellen, welches für die Massenfertigung geeignet ist und die Nachteile des Standes der Technik meidet
15 oder zumindest mindert.

Die Aufgabe der Erfindung wird in überraschend einfacher Weise bereits durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in
20 den Unteransprüchen definiert.

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Herstellung eines Erzeugnisses mit einer vordefiniert strukturierten Oberfläche, insbesondere zur Erzeugung von Mikrostrukturen,
25 z.B. Mikrolinsen und/oder Mikrokanälen in oder aus Glas bereitgestellt. Das Verfahren umfasst zumindest ein Bereitstellen eines Hilfssubstrats, ein Strukturieren zumindest einer Oberfläche des Hilfssubstrates und ein Aufbringen einer ersten Schicht aus einem ersten Material auf
30 die strukturierte Oberfläche des Hilfssubstrates.

Hierbei wird im Sinne dieser Erfindung als strukturierte Oberfläche des Hilfssubstrats nicht notwendiger Weise die strukturierte unmittelbare Oberfläche des Hilfssubstrats,
35 sondern auch die strukturierte Oberfläche einer auf dem

Hilfssubstrat aufgebrachten Schicht verstanden.

Nichtsdestotrotz kann das Hilfssubstrat aber auch unmittelbar strukturiert werden (vgl. Fig. 4a, 4c, 4d).

5 Für die Erfindung hat sich die Verwendung eines
Hilfssubstrats, gegebenenfalls mit weiteren Schichten als
strukturdefinierendes Element als höchst vorteilhaft
erwiesen, da dessen Material anhand der
Strukturierbarkeitseigenschaften ausgewählt und angepasst
10 werden kann. Insbesondere muss das Hilfssubstrat nicht
notwendig transparent sein, da es wieder entfernt wird und
somit nicht Bestandteil des fertigen Erzeugnisses ist. Das
entfernbares Hilfssubstrat kann ggfs. sogar wiederverwendbar
sein und damit weiter zur Kostensenkung beitragen.

15

Demgemäß wird das Hilfssubstrat insbesondere von der ersten
Schicht bzw. von dem Erzeugnis vorzugsweise nach dem
Aufbringen der ersten Schicht, ggfs. nach weiteren
Verfahrensschritten, wieder abgelöst oder entfernt.

20 Mit anderen Worten ist die erste Schicht von dem
Hilfssubstrat unter Erhaltung der strukturierten Oberfläche
ablösbar bzw. trennbar.

Insbesondere wird also bei dem erfindungsgemäßen Verfahren
25 eine Negativmaske oder -form mit einer vordefiniert
strukturierten Oberfläche bereitgestellt und die erste
Schicht auf der Negativmaske zum Erzeugen eines
Positivabdruckes der strukturierten Oberfläche der
Negativmaske in der ersten Schicht abgeschieden.

30

Bevorzugt wird auf die erste Schicht ein selbsttragender
Träger oder ein Produktsubstrat aus einem dritten Material,
insbesondere aus Glas, einem Material mit glasartiger
Struktur oder einem anderem insbesondere transparentem
35 Material aufgebracht.

An dieser Stelle wird deutlich, dass das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer strukturierten Schicht auf einem Substrat, insbesondere dem Produktsubstrat einen höchst überraschenden Ansatz darstellt, da die Schicht nicht wie bei herkömmlichen Verfahren, von dem Produktsubstrat weg, sondern bezogen auf das herzustellende Erzeugnis in Richtung auf das Produktsubstrat hin aufwächst, denn mit Hilfe der Negativtechnik wächst die strukturierte Schicht auf dem Hilfssubstrat auf.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonderes vorteilhaft, weil die Erzeugung von Mikrostrukturen in Glas somit einfach, schnell und kostengünstig realisierbar ist. Ferner können sehr kleine, insbesondere diffraktive oder refraktive Strukturen, z.B. Mikrolinsen oder Mikrokanäle in der Schichtoberfläche hergestellt werden, wobei die Oberfläche des Hilfssubstrats entsprechende Negativformen definiert.

Ferner ist die Oberflächenstruktur durch die Negativtechnik präzise vorbestimmbar und kontrollierbar, so dass ein gleichbleibende Produktqualität und hohe Oberflächengüte erzielbar sind.

Bevorzugt ist das erste Material Glas oder ein glasähnliches Material, so dass eine vordefiniert strukturierte Glasschicht mit den vorstehend genannten Vorzügen herstellbar ist. Das erfindungsgemäße Bereitstellen von Mikrostrukturen, z.B. Mikrolinsen aus Glas, einem glasähnlichen oder anderem transparenten Material eröffnet im Bereich der Glasfaseroptik ein enormes Anwendungspotential.

Als glasähnliche Schicht kommt insbesondere eine SiO_2 -Schicht, die mittels CVD (chemical vapor deposition) abgeschieden und z.B. mit Phosphor und/oder Bor dotiert wird

in Betracht. Die Abscheidung von Phosphor und Bor erfolgt ebenfalls aus der Gasphase. Der Vorteil einer solchen Schicht ist, dass die Reflow Temperatur geringer ist als bei Glas.

5 Als unerwarteter Zusatznutzen der Erfindung hat sich herausgestellt, dass sich ein erfindungsgemäß strukturiertes Erzeugnis hervorragend für die Verwendung in der Mikrofluidik eignet. Hierbei ist von besonderem Vorteil, dass sich die Glasschicht versehen mit Mikrokanälen durch eine hohe
10 chemische Beständigkeit auszeichnet.

Glas zeichnet sich weiter durch eine hohe Variabilität in Bezug auf dessen thermische, mechanische und optische Eigenschaften aus.

15 Besonders bevorzugt wird die erste Schicht oder Glasschicht auf dem Hilfssubstrat abgeschieden, insbesondere aufgedampft. Besonders bewährt haben sich Elektronenstrahl-Aufdampfverfahren oder Sputterverfahren. Hierbei wird
20 vorzugsweise ein Aufdampfglas, z.B. das Aufdampfglas 8329 der Fa. Schott in einer Vakuumkammer mittels eines Elektronenstrahls bis zum Verdampfen erhitzt, wobei sich der Dampf auf dem Hilfssubstrat niederschlägt und verglast.

25 Diesbezüglich wird auch auf die Anmeldungen DE 202 05 830.1, eingereicht am 15.04.2002, DE 102 22 964.3, eingereicht am 23.05.2002; DE 102 22 609.1, eingereicht am 23.05.2002; DE 102 22 958.9, eingereicht am 23.05.2002;
30 DE 102 52 787.3, eingereicht am 13.11.2002; DE 103 01 559.0, eingereicht am 16.01.2003 desselben Anmelders verwiesen, deren Offenbarungsgehalt hiermit ausdrücklich durch Referenz inkorporiert wird.

"Folgende Prozeßparameter für das Aufbringen einer geschlossenen Glasschicht sind vorteilhaft:

- Oberflächenrauigkeit des Substrats: $< 50 \mu\text{m}$
- 5 BIAS-Temperatur während der Verdampfung: $\approx 100^\circ\text{C}$
- Druck während der Verdampfung: 10^{-4} mbar

Vorteilhaft wird das Abscheiden oder Aufdampfen der ersten Schicht mittels Plasma-Ionen-unterstütztem Aufdampfen (PIAD) durchgeführt. Dabei wird zusätzlich ein Ionenstrahl auf das zu beschichtende Substrat gerichtet. Der Ionenstrahl kann mittels einer Plasmaquelle, beispielsweise durch Ionisation eines geeigneten Gases erzeugt werden. Durch das Plasma erfolgt eine zusätzliche Verdichtung der Schicht sowie die
10 Ablösung lose haftender Partikel auf der Substratoberfläche. Dies führt zu besonders dichten und defektarmen abgeschiedenen Schichten.
15

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird die erste Schicht nach dem Aufbringen bzw. Abscheiden planarisiert, z.B. chemisch und/oder mechanisch. Hierfür kommen nasschemisches Abätzen oder Schleifen und/oder Polieren der Glasschicht in Betracht. Das Produktsubstrat wird hierbei vorzugsweise nach dem Planarisieren aufgebracht.
20

Bevorzugt wird das, insbesondere selbsttragende und dem Erzeugnis stabilitätgebende Produktsubstrat auf der insbesondere planarisierten ersten Schicht bzw. Glasschicht aufgebracht. Dabei wird das Produktsubstrat z.B. mit der ersten Schicht anodisch gebondet. Anodisches Bonden hat den
30 Vorteil, dass das hergestellte Erzeugnis chemisch hoch beanspruchbar ist.

Alternativ oder ergänzend wird das Produktsubstrat auf die erste Schicht aufgeklebt. Insbesondere hierbei kann das
35

Planarisieren vorteilhafterweise entfallen, da der Kleber Unebenheiten auszugleichen vermag. In diesem Beispiel erfolgt das Planarisieren sozusagen durch den Kleber. Diese einfache Ausführungsform eignet sich besonders für nicht-optische Erzeugnisse, also z.B. Erzeugnisse für die Mikrofluidik. Als Kleber wird z.B. ein, insbesondere transparentes Epoxid verwendet.

Sowohl beim anodischen Bonden als auch beim Kleben mit Epoxid entsteht nach dem Entfernen des Hilfssubstrats als Zwischen- oder Endprodukt, herstellbar oder hergestellt mit dem erfindungsgemäßen Verfahren, ein fester und dauerhafter sandwichartiger Verbund aus dem Produktsubstrat, der ersten Schicht bzw. Glasschicht und der Verbindungsschicht, verkörpert durch das anodische Bonding oder das Epoxid.

Insbesondere sind das Produktsubstrat und/oder die erste Schicht transparent, so dass der Verbund insbesondere für Licht, vorzugsweise im sichtbaren oder infraroten Bereich, durchlässig oder transparent ist. Mit anderen Worten wird erfindungsgemäß ein optisches, z.B. refraktives oder diffraktives Verbundelement erzeugt. Somit können erfindungsgemäß z.B. ganze Mikrolinsenarrays hergestellt werden.

Alternativ oder ergänzend werden vorzugsweise weitere Schichten wie z.B. eine Antireflexschicht und/oder eine Infrarot-absorbierende Schicht, insbesondere auf der planarisierten ersten Schicht, also zwischen der ersten Schicht und dem Produktsubstrat aufgebracht. Eine solche Schicht oder Schichten können aber auch auf einer der ersten Schicht gegenüberliegenden Seite des Produktsubstrats auf dieses aufgebracht werden. Dadurch werden weitere optische Komponenten integriert.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst das Hilfssubstrat einen selbsttragenden Träger aus einem zweiten Material oder besteht aus einem solchen. Als zweites
5 Material wird vorzugsweise kein Glas, sondern insbesondere ein Halbleitermaterial, z.B. Silizium und/oder eine Keramik und/oder ein Metall, z.B. Aluminium und/oder eine Metalllegierung verwendet.

10 Gemäß einer besonderen Weiterentwicklung der Erfindung wird unmittelbar das Hilfssubstrat oder genauer in das zweite Material strukturiert, so dass nicht notwendiger Weise weitere Schichten vor dem Abscheiden der Glasschicht
15 aufgebracht werden müssen, aber können. Insbesondere bei dieser Weiterbildung wird das Hilfssubstrat vor oder gegebenenfalls nach dem Schritt des Strukturierens, insbesondere chemisch oder mechanisch, z.B. durch Planlappen, planarisiert.

20 Um nach dem Abscheiden der Glasschicht die Glasstruktur freizulegen, wird vorzugsweise das Hilfssubstrat, insbesondere das zweite Material, im wesentlichen vollständig oder zumindest teilweise weggeätzt. Z.B. wird im Falle eines Silizium-Hilfssubstrats dieses chemisch mittels
25 Kaliumhydroxid (KOH) aufgelöst.

Alternativ oder ergänzend zu der vorstehend beschriebenen Ausführungsform umfasst das Hilfssubstrat gemäß einer weiteren Ausführungsform einen selbsttragenden Träger aus
30 einem zweiten Material und eine Strukturierungsschicht, welche auf den Träger aufgebracht wird. Bevorzugt wird hierbei die Strukturierungsschicht und nicht der Träger strukturiert.

Die Strukturierungsschicht umfasst oder besteht aus insbesondere Lack, Fotolack, Resist oder Fotoresist. Insbesondere für die Herstellung von analogen Strukturen, z.B. Linsen wird ein Grautonresist eingesetzt. Die
5 Strukturierungsschicht wird nach dem Abscheiden der Glasschicht dann vollständig oder zumindest teilweise weggeätzt, insbesondere chemisch aufgelöst.

10 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sind zwischen dem Träger und der Strukturierungsschicht noch zumindest eine oder mehrere Zwischenschichten angeordnet. Die Zwischenschicht bzw. -schichten umfassen bevorzugt einen oder bestehen aus einem Resist. Insbesondere sind das Resist der Zwischenschicht und das Resist der Strukturierungsschicht aus
15 verschiedenen Materialien, so dass ein selektives Wegätzen ermöglicht ist.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird das Hilfssubstrat bzw. die Strukturierungsschicht lithografisch
20 strukturiert. Alternativ oder ergänzend kann aber die Strukturierung auch mittels eines Präzisionsmasters mechanisch, z.B. durch Einpressen, insbesondere in eine Folie erzeugt werden. Sogar bei diesem einfachen Verfahren sind Genauigkeiten im Mikrometerbereich erreichbar.

25 Für Strukturen mit geringeren Genauigkeitsanforderungen kann die Strukturierung z.B. mittels Screenprinting erzeugt werden.

30 Besonders einfach und daher bevorzugt ist das Aufbringen oder Aufkleben einer bereits vorstrukturierten bzw. mikrostrukturierten Folie auf das Hilfssubstrat.

Die Erfindung steht ferner in Zusammenhang mit den
35 Erfindungen, welche in der deutschen Gebrauchsmusteranmeldung

U-202 05 830.1, eingereicht am 15. April 2002 und der deutschen Patentanmeldung DE-102 22 609.1, eingereicht am 23. Mai 2002 beschrieben sind. Daher wird der Inhalt der beiden vorstehend genannten Anmeldungen hiermit durch
5 Referenz vollumfänglich zum Gegenstand dieser Offenbarung gemacht.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die
10 Zeichnungen näher erläutert.

Kurzbeschreibung der Figuren

15 Es zeigen:

- Fig. 1a-i die Herstellung eines erfindungsgemäßen Erzeugnisses gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,
- 20 Fig. 2f-g die Herstellung eines erfindungsgemäßen Erzeugnisses gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 3a-f die Herstellung eines erfindungsgemäßen Erzeugnisses gemäß einer dritten
25 Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 4a,c,d die Herstellung eines erfindungsgemäßen Erzeugnisses gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung, und
- Fig. 5f-g die Herstellung eines erfindungsgemäßen
30 Erzeugnisses gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 6a,d,f die Herstellung eines erfindungsgemäßen Erzeugnisses gemäß einer sechsten Ausführungsform der Erfindung,

- Fig. 7 Ergebnisse einer TOF-SIMS-Messung,
Fig. 8 ein Foto einer Mikroskopaufnahme und
Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Wafers mit
Lochmaske für einen Dichtigkeitstest.

5

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Im Folgenden werden beispielhaft sechs Ausführungsformen der
10 Erfindung vorgestellt, wobei die Merkmale der verschiedenen
Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können.

Die Zeichnungen zeigen schematische Schnittdarstellungen des
Erzeugnisses in dem jeweiligen Herstellungsstadium. Der
15 Übersichtlichkeit halber sind Figuren, in welchen gleiche
oder ähnliche Herstellungsstadien dargestellt sind, mit
gleichen Buchstaben bezeichnet, so dass einige Buchstaben bei
der Figurennummerierung ausgelassen wurden. Gleiche und
ähnliche Elemente sind in den Figuren mit gleichen
20 Bezugszeichen versehen.

Beispiel 1

Fig. 1a zeigt ein Hilfssubstrat 10 aus Silizium.

25 Gemäß dem nächsten Verfahrensschritt, dargestellt in Fig. 1b,
wird eine Schicht aus Fotoresist, genauer aus Grautonresist
20 auf eine Oberseite 10a des Substrats 10 aufgebracht. Das
Grautonresist hat den Vorteil, dass auch analoge Strukturen
erzeugt werden können.

30

Wie in Fig. 1c dargestellt, wird das Grautonresist 20 mittels
Grautonlithografie mit Strukturen 21 bis 24 versehen. Dabei
stellen die Strukturen 21 und 22 zwei rotationssymmetrische
Mulden dar, die als Negativform für zwei Konvexlinsen
35 ausgebildet sind. Die Struktur 23 bildet die Negativform für

eine dreieckige Struktur und die Struktur 24 bildet die Negativform für eine rechteckige binäre diffraktive Struktur.

Wie in Fig. 1d dargestellt, wird auf eine Oberseite 20a des Resists 20 eine erste Schicht oder Glasschicht 30 physikalisch mittels PVD (physical vapor deposition) abgeschieden. Als Material für die Glasschicht 30 wird in diesem Beispiel das Aufdampfglas 8329 der Firma Schott Glas verwendet. Alternativ kann aber auch nahezu jedes andere aufdampffähige Glas verwendet werden. Aber auch andere Materialien als Glas, wie z.B. Al_2O_3 oder SiO_2 können abgeschieden werden.

Um die, wie in Fig. 1d zu sehen ist, unebene Oberfläche 30a der Glasschicht 30 zu glätten, wird diese planarisiert.

In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird das Planarisieren durch ein Abschleifen und Polieren der Glasschicht 30 auf der dem Hilfssubstrat 10 abgewandten Seite 30a der Glasschicht 30 erzielt. Dadurch erhält die Glasschicht 30 eine glatt polierte Oberfläche 30b. Das Ergebnis nach dem Planarisieren ist in Fig. 1e dargestellt.

Wie in Fig. 1f gezeigt ist, wird ein nicht mit dem Hilfssubstrat 10 identisches Produktsubstrat 50 mit der Glasschicht 30 an deren Oberfläche 30b anodisch gebondet, wobei das Bonding in Fig. 1f mit dem Bezugszeichen 40 bezeichnet ist.

Als Produktsubstrat 50 wird z.B. ein gezogenes Glas, insbesondere D263 der Firma Schott verwendet. Je nach Anwendung kann auch ein alkalifreies Glas, z.B. AF45, AF37, der Firma Schott von Vorteil sein. Alternativ wird ein Float-Glas, z.B. Borofloat 33 der Firma Schott, bekannt unter dem Namen "Jenaer Glas" verwendet. Das Produktsubstrat 50 ist

selbsttragend und dient zur Stabilisierung des herzustellenden Erzeugnisses, so dass die Glasschicht 30 in diesem Beispiel nicht selbsttragend ist, aber sein kann.

5 Anschließend werden das Hilfssubstrat 10 und das
Grautonresist 20 durch Wegätzen des Grautonresists entfernt,
so dass, wie in Fig. 1g dargestellt ist, nur noch das
Produktsubstrat 50, die Glasschicht oder Glasstruktur 30 und
das anodische Bonding 40 übrig sind. Die Glasschicht 30 weist
10 Positivstrukturen 31 bis 34, welche zu den Negativstrukturen
21 bis 24 komplementär sind, auf. Die Positivstrukturen
umfassen zwei rotationssymmetrische konvexe Linsen 31, 32 mit
einem Durchmesser von etwa 1 mm, einen dreieckigen Vorsprung
33 und eine rechteckige Struktur 34. Die Strukturen 33 und 34
15 erstrecken sich senkrecht zur Bildebene. Es ist dem Fachmann
ersichtlich, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren aber
auch nahezu jede beliebige andere binäre und nicht-binäre
Struktur in der Glasschicht 30 erzeugbar ist. Insbesondere
sind Strukturen kleiner als 500 µm, 200 µm, 100 µm, 50 µm,
20 20 µm oder 10 µm herstellbar.

Das Erzeugnis, wie es in Fig. 1g dargestellt ist, verkörpert
folglich bereits ein optisch transparentes Erzeugnis mit
einer mikrostrukturierten Oberfläche. Gemäß diesem
25 Ausführungsführungsbeispiel wird das Erzeugnis jedoch gemäß
Fig. 1h und 1i weiterbearbeitet, um ein Erzeugnis mit zwei
oder beidseits strukturierten Oberflächen zu erhalten.

Bezug nehmend auf Fig. 1h wird eine Antireflexschicht 60 auf
30 die der Glasschicht 30 abgewandte Oberseite 50a des
Produktsubstrats 50 aufgebracht. Alternativ oder ergänzend
können z.B. auch eine Infrarot-absorbierende Schicht und/oder
weitere optische Schichten aufgebracht werden.

Bezug nehmend auf Fig. 1i ist dargestellt, dass eine zweite strukturierte Glasschicht mittels anodischem Bonden 70 auf die Antireflexschicht 60 aufgebracht wird. Die zweite strukturierte Glasschicht 80 ist nach demselben Verfahren
5 hergestellt, wie die erste strukturierte Glasschicht 30. Dabei kann es vorteilhaft sein, die zweite strukturierte Glasschicht 80 noch zusammen mit dem zugehörigen Fotoresist und Hilfssubstrat (nicht dargestellt), d.h. in einem Fig. 1e entsprechenden Stadium auf die Antireflexschicht 70
10 aufzubringen und erst nachfolgend das zu der zweiten Glasschicht 80 gehörige Fotoresist und Hilfssubstrat (nicht dargestellt) abzuätzen.

Alternativ kann die zweite strukturierte Glasschicht 80 auch
15 auf das Produktsubstrat 50 aufgebracht werden, bevor das Hilfssubstrat 10 und das Fotoresist 20 von der ersten strukturierten Glasschicht 30 abgeätzt sind, d.h. in dem in Fig. 1f dargestellten Stadium, gegebenenfalls noch unter Zwischenschaltung der Antireflexschicht 60 und/oder weiterer
20 Schichten. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass die zu der ersten und zweiten strukturierten Glasschicht 30, 80 gehörigen Fotoresists und Hilfssubstrate gleichzeitig abgeätzt werden können.

25 Beispiel 2

Bezug nehmend auf Fig. 2f ist ein Erzeugnis dargestellt, welches anstatt mittels anodischem Bonden mittels einer Schicht aus Epoxid 41 verklebt ist. Ansonsten ist das Erzeugnis bis zu dem in Fig. 2f dargestellten Stadium
30 entsprechend der in Fig. 1a bis 1d dargestellten Schritte hergestellt.

Als Ausgangspunkt für das Aufkleben des Produktsubstrats oder Trägers 50 dient also das Erzeugnis vor dem Schritt des
35 Planarisierens der Glasschicht 30. Auf die unebene

Glasschicht 30 wird mittels des Epoxids das Produktsubstrat 50 aufgeklebt. Wie in Fig. 2f zu sehen ist, gleicht das Epoxid 41 die Unebenheiten in der Glasschicht 30 aus.

- 5 Bezug nehmend auf Fig. 2g werden das Hilfssubstrat 10 und das Fotoresist 20 wie bei der ersten Ausführungsform weggeätzt.

Das in Fig. 2g dargestellte Erzeugnis 1 unterscheidet sich noch durch eine weitere dreieckige binäre Struktur 35, welche
10 anstatt der binären Struktur 34 vorgesehen ist, von dem Erzeugnis in Fig. 1d. Zwischen den beiden sich senkrecht zur Bildebene erstreckenden dreieckigen Strukturen 33, 35 entsteht ein Mikrokanal 36 mit einem Fassungsvermögen im Bereich von 0,1 bis 2 μ l. Das Erzeugnis 1 eignet sich dadurch
15 hervorragend für die Mikrofluidik, z.B. für einen sogenannten DNA-Prozessor, insbesondere aufgrund der biologischen Neutralität von Glas.

Da bei dem Erzeugnis 1 gemäß der zweiten Ausführungsform der
20 Erfindung, wie in Fig. 2g dargestellt ist, die Verbindungs- oder Klebeschicht 41 nicht beidseits plan ausgebildet ist, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, ein Epoxid mit einem Brechungsindex, welcher ähnlich demjenigen der strukturierten Glasschicht 30 und des Produktsubstrats 50 ist, zu verwenden.

25 Als Epoxid 41 hat sich ein optischer Epoxidkleber, z.B. "Delo Katiobond 4653" der Firma Delo, basierend auf einem einkomponentigen, lösungsmittelfreien UV-Klebstoff mit einem Brechungsindex $n = 1,5$ besonders bewährt.

30

Im vorliegenden Fall sind die Brechungsindizes wie folgt ausgewählt:

Produktsubstrat 50

Glas AF45

$n=1,52$

Epoxidschicht 41	Delo Katiobond 4653	n=1,50
Glasschicht 30	Aufdampfglas 8329	n=1,47

Bei Verwendung von Borofloat 33 (n=1,47) oder D263 (n=1,52) als Material für das Produktsubstrat 50 kann aufgrund der geringen Index-Unterschiede mit demselben Epoxid gearbeitet werden. Sollen andere Gläser entweder für die Glasschicht 30 oder das Produktsubstrat 50 verwendet werden, wird ein Epoxid mit entsprechendem Brechungsindex ausgewählt. Epoxide mit Brechungsindizes von 1,3 bis 1,7 sind hierfür erhältlich.

Beispiel 3

Die Figuren 3a-f zeigen die Herstellung des erfindungsgemäßen Erzeugnisses gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung mit ausschließlich binären Strukturen.

Zunächst wird ein selbsttragendes Hilfssubstrat 10 aus Silizium bereitgestellt (Fig. 3a). Anschließend wird eine erste Zwischenschicht 15 auf das Hilfssubstrat 10 aufgebracht. Die Zwischenschicht 15 kann ein Fotoresist oder eine einfache nicht fotoempfindliche Zwischenschicht, z.B. aus Kunststoff sein.

Auf die Zwischenschicht 15 wird eine Fotoresistschicht 20 aufgebracht und z.B. mittels Fotolithographie binär strukturiert. Das Ergebnis ist in Fig. 3c dargestellt.

Anschließend wird eine Glasschicht 30 aufgedampft (Fig. 3d). Die Glasschicht 30 wird planarisiert und ein Produktsubstrat 50 auf die planarisierte Glasschicht 30 anodisch gebondet (Fig. 3e).

Anschließend werden das Hilfssubstrat, die Zwischenschicht 15 und die Fotoresistschicht 20 abgeätzt, so dass die strukturierte Oberfläche 30c der Glasschicht 30 freigelegt

wird, und das optische Erzeugnis 1 (Fig. 3f) bereitgestellt ist.

Die Zwischenschicht 15 verhindert hierbei ein Verkleben des Aufdampfglases 30 mit dem Hilfssubstrat 10. Folglich ist die vorstehend beschriebene Ausführungsform besonders vorteilhaft für die Herstellung binärer Strukturen, für die kein Grautonresist verwendet wird.

10 Beispiel 4

Bezug nehmend auf Fig. 4a wird ein Hilfssubstrat 10 zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Erzeugnisses gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfindung bereitgestellt. Das Hilfssubstrat 10 besteht aus einer polierten Siliziumscheibe.

15

Bezug nehmend auf Fig. 4c wird eine binäre Negativstruktur 10a mittels chemischem Nassätzen unmittelbar in dem Hilfssubstrat 10, d.h. in dem Silizium erzeugt.

20 Anschließend wird die Glasschicht 30 aufgedampft und das Erzeugnis entsprechend den anderen Ausführungsformen weiterverarbeitet.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird das Hilfssubstrat 10, genauer das Silizium mittels einer KOH-Lösung aufgelöst, um die strukturierte Oberfläche 30c freizulegen

25 Beispiel 5

Fig. 5f zeigt ein erfindungsgemäßes Erzeugnis gemäß einer vierten Ausführungsform in einem Stadium entsprechend Fig. 3f, mit einer etwas anders strukturierten Oberfläche 30c. Die Oberfläche 30c der Glasschicht 30 weist eine zentrale Vertiefung 35 und erhabene Vorsprünge 36 am äußeren Rand auf.

Bezug nehmend auf Fig. 5g wird das Erzeugnis 1 mit den Unterseiten der Vorsprünge 36 der Glasschicht 30 mittels einem zweiten anodischem Bonding 70 mit einem zweiten Produktsubstrat 81 verbunden. Dabei entsteht ein zentraler Hohlraum 35 um eine MEMS-Struktur (mikro-elektro-mechanisches System) 82, welche mit diesem Verfahren gekapselt wird.

Beispiel 6

Fig. 6a zeigt eine geprägte, vorstrukturierte Kunststofffolie 25 wie sie z.B. als Meterware von der Firma 3M erhältlich ist..

Die vorstrukturierte Folie 25 wird auf das Hilfssubstrat 10 aufgebracht, z.B. aufgeklebt (Fig. 6d). Anschließend wird die Glasschicht 30 auf die strukturierte Oberfläche der Kunststofffolie 25 aufgedampft.

Bezug nehmend auf Fig. 6f wird die Glasschicht 30 abgeschliffen und mit dem Produktsubstrat 50 anodisch gebondet. Anschließend werden das Hilfssubstrat 10 und die Kunststofffolie 25 z.B. durch Ätzen oder anderweitiges Ablösen entfernt. Es entsteht wiederum ein vollständig transparentes Erzeugnis 1 mit einer einseitig strukturierten Oberfläche in Form der strukturierten Glasschicht 30 auf dem Glasträger 50.

Im Folgenden sind Ergebnisse verschiedener Untersuchungen von aufgedampften Glasschichten aus dem Glas 8329 dargestellt.

Bezugnehmend auf Fig. 7 sind die Ergebnisse einer TOF-SIMS-Messung gezeigt, wobei die Zählrate als Funktion der Sputterzeit aufgetragen ist. Die Messung charakterisiert den Verlauf der Elementkonzentrationen der Glasschicht. Es wurde eine Dickenkonstanz für die Glasschicht von $< 1\%$ der Schichtdicke ermittelt.

Bezugnehmend auf Fig. 8 sind erfindungsgemäß erzeugte Glasstrukturen des Glases 8329 dargestellt.

- 5 Darüber hinaus wurden Dichtigkeitstests der Kopierschutzschicht aus dem Glas 8329 wie folgt durchgeführt.

Es wurde ein Silizium-Wafer mit einer Ätzstopmaske versehen. Wie in Fig. 9 dargestellt ist, wurde der Wafer 97 in neun
10 Lochareale 98 (1 cm x 1 cm) untergliedert. Der Einzellochabstand in den Arealen wurde von Reihe zu Reihe wie folgt verändert.

1. Reihe: 1mm Lochabstand
2. Reihe: 0,5mm Lochabstand
- 15 3. Reihe: 0,2mm Lochabstand

Alle quadratischen Löcher 99 besitzen eine Kantenlänge von 15 µm.

Nach Beschichten der nicht strukturierten Waferrückseite mit
20 einer 8µm (Probe A) bzw. 18µm (Probe B) Schicht aus dem Glas 8329, wurde anschließend der Wafer in den Lochflächen bis zum Glas trockengeätzt. Der Erfolg des Ätzens konnte gut im Durchlichtmikroskop beobachtet werden.

- 25 Ein Helium Lecktest ergab bei allen 18 gemessenen Arealen eine Leckrate von kleiner als 10^{-8} mbar l/sec.

Erstaunlich ist auch die hohe Festigkeit der Glasschichtbereiche trotz erheblicher Durchwölbung des Wafers
30 während der Messung im jeweiligen Messareal. Auch nach einer Temperung bei 200°C stellte sich keine Veränderung der Glasstruktur ein.

Ferner wurden Beständigkeitsmessungen der Glasschicht nach
35 DIN/ISO durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1

wiedergegeben.

Tabelle 1:

<u>Probenbezeichnung:</u> 8329			
<u>Wasser DIN ISO 719</u> Klasse	Verbrauch HCl [ml/g]	Äquivalent Na ₂ O [µg/g]	Bemerkungen
HGB 1	0,011	3	keine
<u>Säure DIN 12116</u> Klasse	Abtrag [mg/dm ²]	Gesamt-Oberfläche [cm ²]	Bemerkungen/ sichtbare Veränderungen
1 W Als Werkstoff	0,4	2 x 40	unverändert
<u>Lauge DIN ISO 695</u> Klasse	Abtrag [mg/dm ²]	Gesamt-Oberfläche [cm ²]	Bemerkungen/ sichtbare Veränderungen
A 2 Als Werkstoff	122	2 x 14	unverändert

5

Es ist dem Fachmann ersichtlich, dass die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beispielhaft zu verstehen sind, und die Erfindung nicht auf diese beschränkt ist, sondern in vielfältiger Weise variiert werden kann, ohne den Geist der Erfindung zu verlassen.

10

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung eines Erzeugnisses (1) mit einer strukturierten Oberfläche (30c), insbesondere zur Erzeugung von Mikrostrukturen (31, 32, 33, 34, 35, 36) in Glas, umfassend zumindest die Schritte:
Bereitstellen eines Hilfssubstrats (10, 20) mit einer strukturierten Oberfläche (20a) und
Aufbringen einer ersten Schicht (30) aus einem ersten Material auf die strukturierte Oberfläche (20a).
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein Entfernen des Hilfssubstrates (10, 20).
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Material (30) Glas oder ein glasähnliches Material umfasst.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Aufbringens der ersten Schicht (30) ein Abscheiden umfasst.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Material (30) gesputtert oder verdampft wird, um auf der strukturierten Oberfläche (20a) des Hilfssubstrats (10, 20) abgeschieden zu werden.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schicht (30) aufgedampft, insbesondere mittels Plasma-Ionen-unterstütztem Aufdampfen abgeschieden wird.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die strukturierte
Oberfläche (20a) des Hilfssubstrats (10, 20) eine
Negativform (21, 22, 23, 24) für optische Linsen oder
Kanäle definiert.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Schicht (30) planarisiert (30b) wird.
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Produktsubstrat (50) aufgebracht wird.
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Produktsubstrat (50) umfassend Glas oder ein
glasähnliches Material aufgebracht wird.
11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Produktsubstrat (50) auf die erste Schicht (30)
aufgeklebt (41) wird.
12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Produktsubstrat (50) mit der ersten Schicht (30)
anodisch gebondet (40) wird.
13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Hilfssubstrat einen selbsttragenden Träger (10) aus
einem zweitem Material umfasst und unmittelbar das
zweite Material strukturiert wird.

14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Hilfssubstrat (10) vor
dem Schritt des Strukturierens planarisiert wird.
- 5
15. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Hilfssubstrat (10, 20) zumindest teilweise weggeätzt
wird.
- 10
16. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Hilfssubstrat einen Träger (10) aus einem
zweiten Material umfasst,
15 eine Strukturierungsschicht (20) auf den Träger
aufgebracht wird und
die Strukturierungsschicht strukturiert wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16,
20 dadurch gekennzeichnet, dass
die Strukturierungsschicht (20) eine vorstrukturierte
Folie (25) umfasst.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17,
25 dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen den Träger (10) und die Strukturierungsschicht
(20) eine Zwischenschicht (15) aufgebracht wird.
19. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
30 dadurch gekennzeichnet, dass
eine Strukturierungsschicht (20) umfassend ein
Fotoresist oder Grautonresist aufgebracht wird.
20. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
35 dadurch gekennzeichnet, dass

der Schritt des Strukturierens ein lithografisches Verfahren oder ein mechanisches Pressen umfasst.

21. Verfahren zur Herstellung eines Erzeugnisses (1) mit
5 einer strukturierten Oberfläche (30c), insbesondere zur Erzeugung von Mikrostrukturen (31, 32, 33, 34, 35, 36) in Glas und insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche, umfassend zumindest die Schritte:
- Bereitstellen einer Negativmaske (10, 20) mit einer
10 strukturierten Oberfläche (20a) und
- Abscheiden einer ersten Schicht (30) aus einem ersten Material auf der Negativmaske zum Erzeugen eines Positivabdruckes (30c) der strukturierten Oberfläche (20a) der Negativmaske in der ersten Schicht (30).
15
22. Verfahren zur Herstellung eines Erzeugnisses (1) umfassend ein Produktsubstrat (50) mit einer strukturierten Oberfläche (30c), insbesondere zur Erzeugung von Mikrostrukturen (31, 32, 33, 34, 35, 36)
20 in Glas und insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche, umfassend zumindest die Schritte:
- Bereitstellen des Produktsubstrats (50) und
- Abscheiden einer ersten Schicht (30) aus einem ersten Material, wobei die erste Schicht bezogen auf das herzustellende Erzeugnis in Richtung des
25 Produktsubstrats (50) aufwächst.
23. Zwischenerzeugnis, insbesondere herstellbar mit einem Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche
30 umfassend
- ein Hilfssubstrat (10, 20) und
- eine erste Schicht (30) aus einem ersten Material verbunden mit dem Hilfssubstrat (10, 20), wobei die erste Schicht (30) eine strukturierte Oberfläche (30c)
35 aufweist, welche dem Hilfssubstrat (10, 20) zugewandt

ist und die erste Schicht (30) unter Erhaltung ihrer strukturierten Oberfläche (30c) von dem Hilfssubstrat (10, 20) ablösbar ist.

- 5 24. Erzeugnis (1) mit einer strukturierten Oberfläche (30c),
herstellbar mit einem Verfahren nach einem der
vorstehenden Ansprüche.
- 10 25. Erzeugnis (1) mit einer strukturierten Oberfläche (30c),
insbesondere herstellbar mit einem Verfahren nach einem
der vorstehenden Ansprüche, umfassend
ein Produktsubstrat (50) aus einem dritten
Material,
eine erste Schicht (30) aus einem ersten Material
15 mit einer strukturierten Oberfläche (30c), wobei die
erste Schicht (30) auf dem Produktsubstrat (50) fest
aufgebracht ist.
- 20 26. Erzeugnis (1) nach einem der vorstehenden
Erzeugnisansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Produktsubstrat (50) und die erste Schicht (30)
transparent sind.
- 25 27. Erzeugnis (1) nach einem der vorstehenden
Erzeugnisansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Schicht (30) und das Produktsubstrat (50) Glas
oder ein glasähnliches Material umfassen.
- 30 28. Erzeugnis (1) nach einem der vorstehenden
Erzeugnisansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Schicht (30) eine durch Abscheiden
35 hergestellte Schicht umfasst.

29. Erzeugnis (1) nach einem der vorstehenden Erzeugnisansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
5 die erste Schicht (30) eine durch Sputtern oder Verdampfen hergestellte Schicht umfasst.
30. Erzeugnis (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (30)
10 aufgedampft, insbesondere mittels Plasma-Ionen-unterstütztem Aufdampfen abgeschieden ist.
31. Erzeugnis (1) nach einem der vorstehenden Erzeugnisansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
15 die strukturierte Oberfläche (30c) der ersten Schicht (30) optische Linsen (31, 32) oder Kanäle definiert.
32. Erzeugnis (1) nach einem der vorstehenden Erzeugnisansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
20 die erste Schicht (30) auf einer der strukturierten Oberfläche gegenüberliegenden Seite planarisiert (30b) ist.
33. Erzeugnis (1) nach einem der vorstehenden Erzeugnisansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
25 die erste Schicht und das Produktsubstrat (50) miteinander verklebt (41) sind.
34. Erzeugnis (1) nach einem der vorstehenden Erzeugnisansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
30 die erste Schicht (30) und das Produktsubstrat (50) anodisch gebondet (40) sind.

Zusammenfassung

Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, ein Verfahren zur Herstellung von Mikrostrukturen in Glas oder glasähnlichen Schichten bereitzustellen.

Hierzu wird ein Hilfssubstrat (10, 20) mit einer strukturierten Oberfläche (20a) verwendet, wobei die Oberfläche eine Negativform für das herzustellende Erzeugnis definiert. Auf die strukturierte Oberfläche (20a) des Hilfssubstrats wird nun eine Schicht (30) aus Glas oder einem glasähnlichen Material aufgedampft. Anschließend wird das Hilfssubstrat, z.B. nasschemisch entfernt, dass die Positivstruktur freigelegt wird.

Mit der Erfindung lassen sich hervorragend Mikrokanäle und optische Mikrostrukturen, wie Mikrolinsen erzeugen.

Fig. 1a

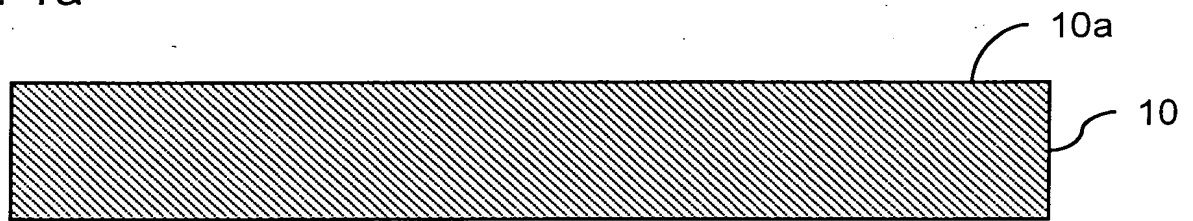


Fig. 1b

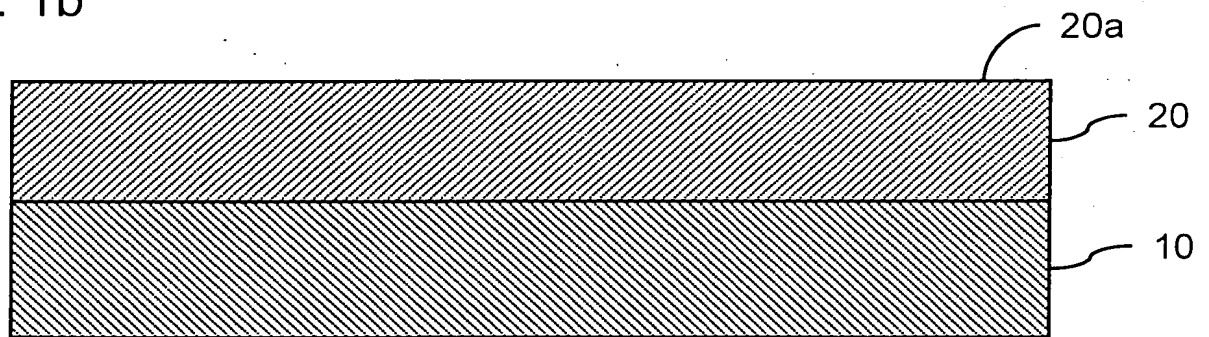
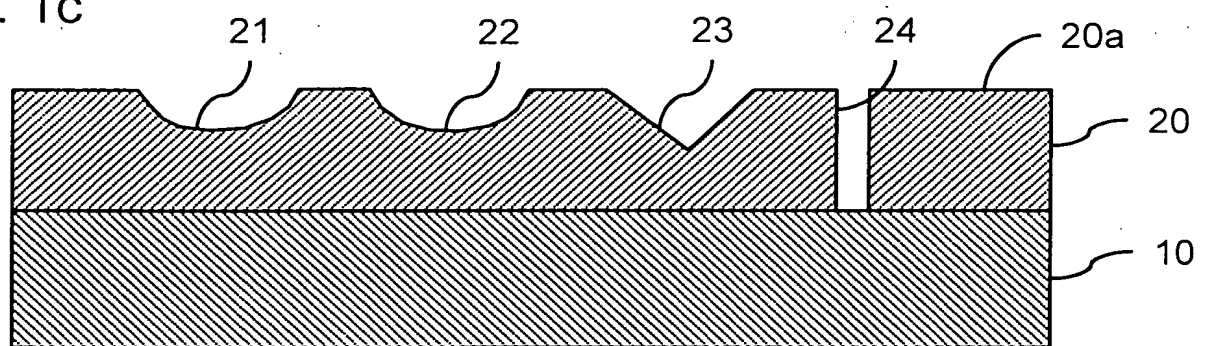


Fig. 1c



(2/11)

Fig. 1d

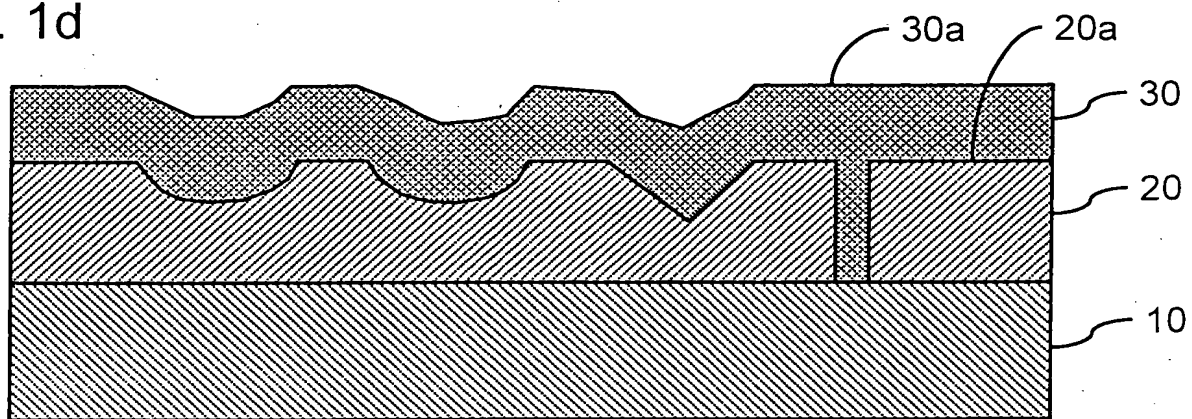


Fig. 1e

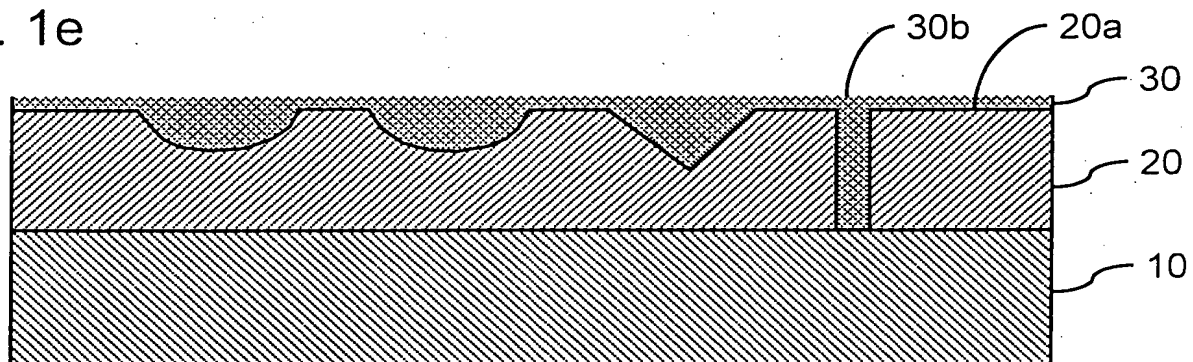


Fig. 1f

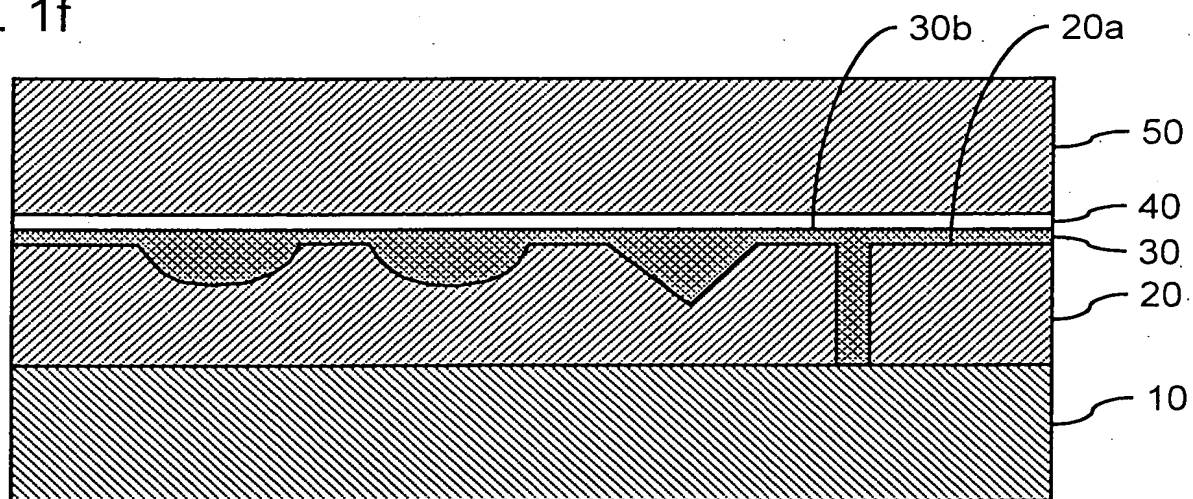


Fig. 1g

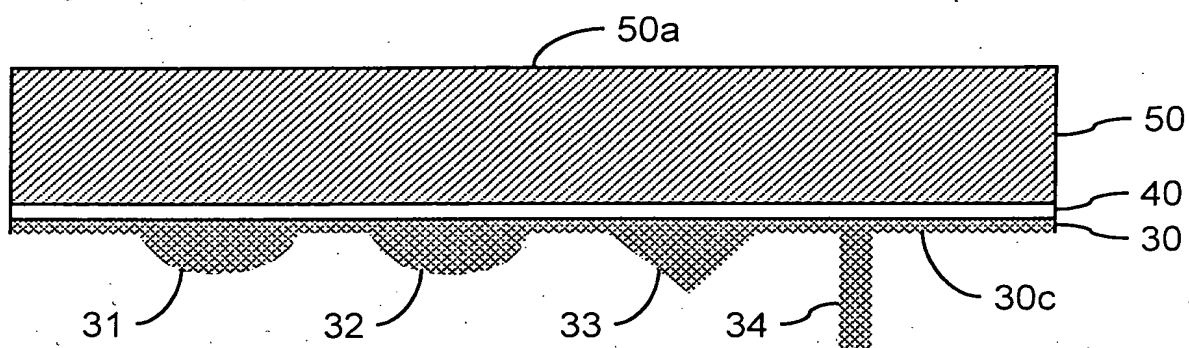


Fig. 1h

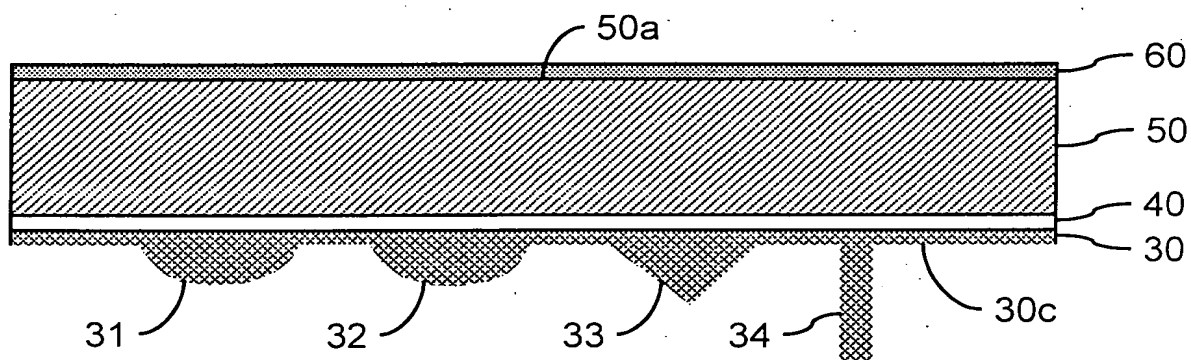


Fig. 1i

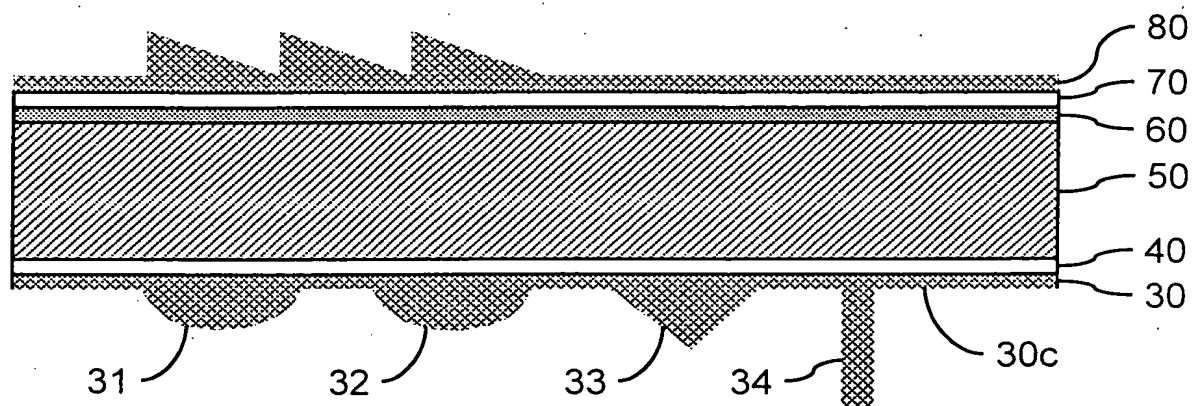


Fig. 2f

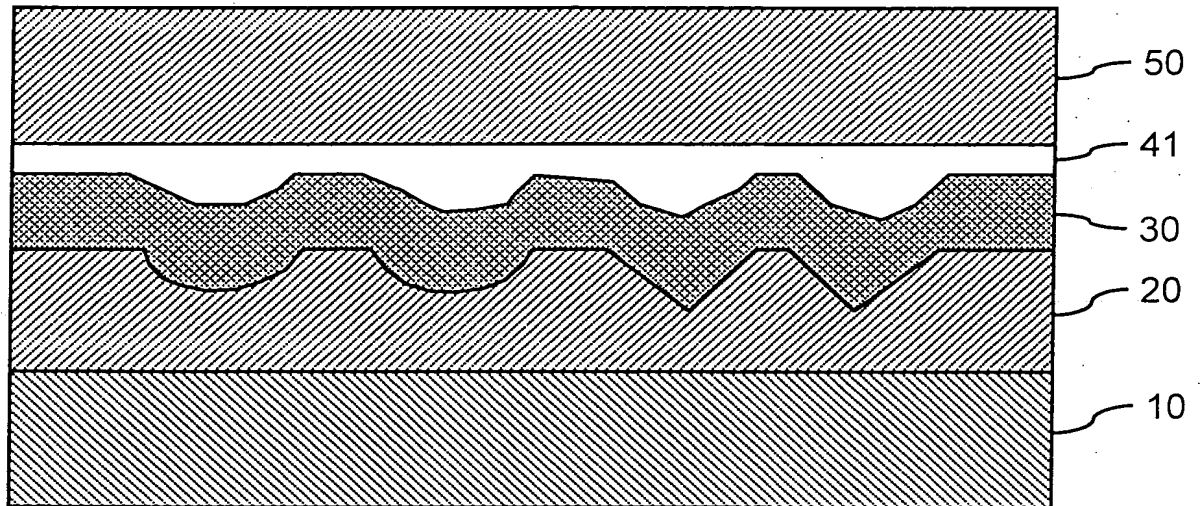


Fig. 2g

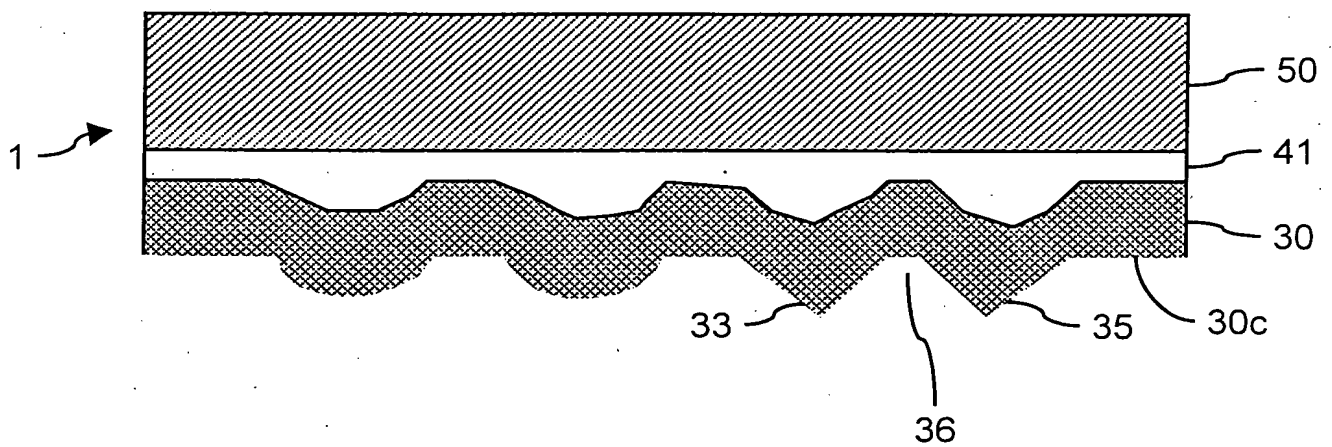


Fig. 3a

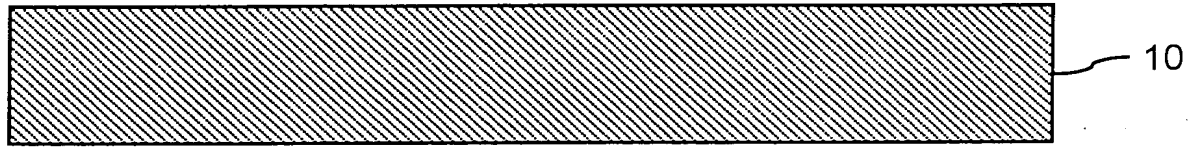


Fig. 3b

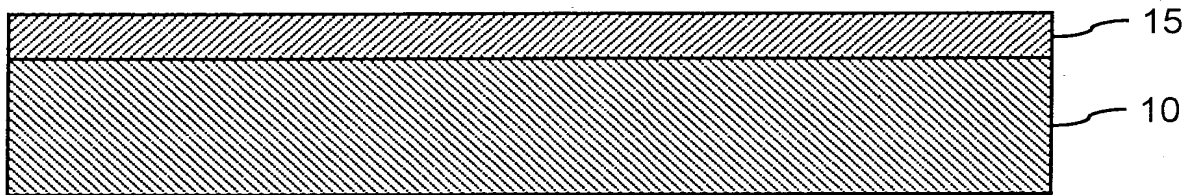


Fig. 3c

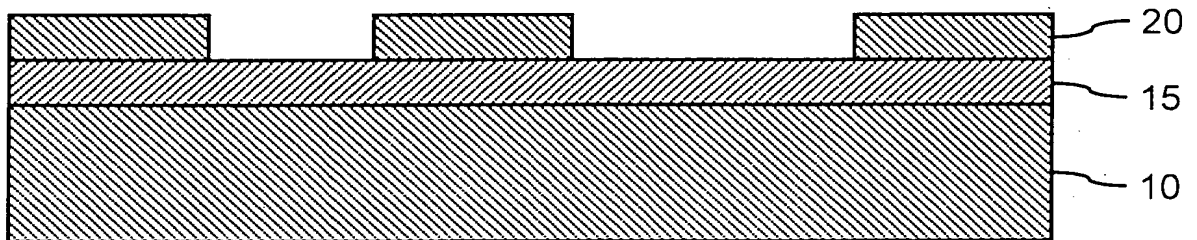


Fig. 3d

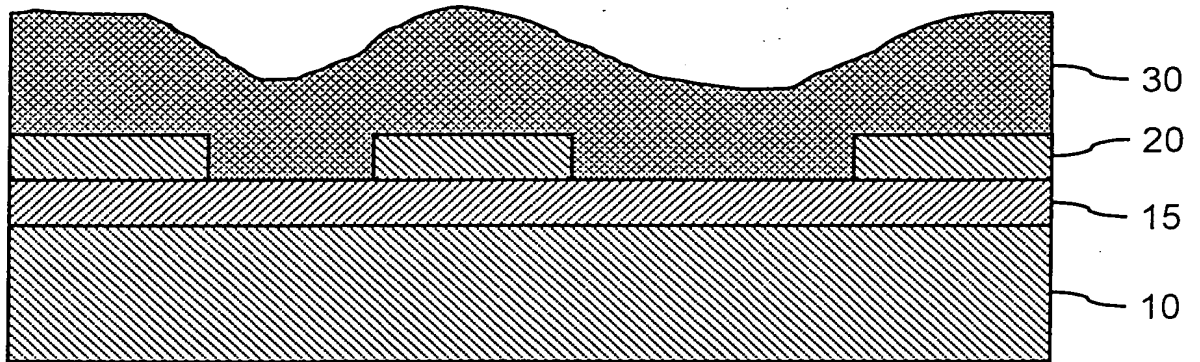


Fig. 3e

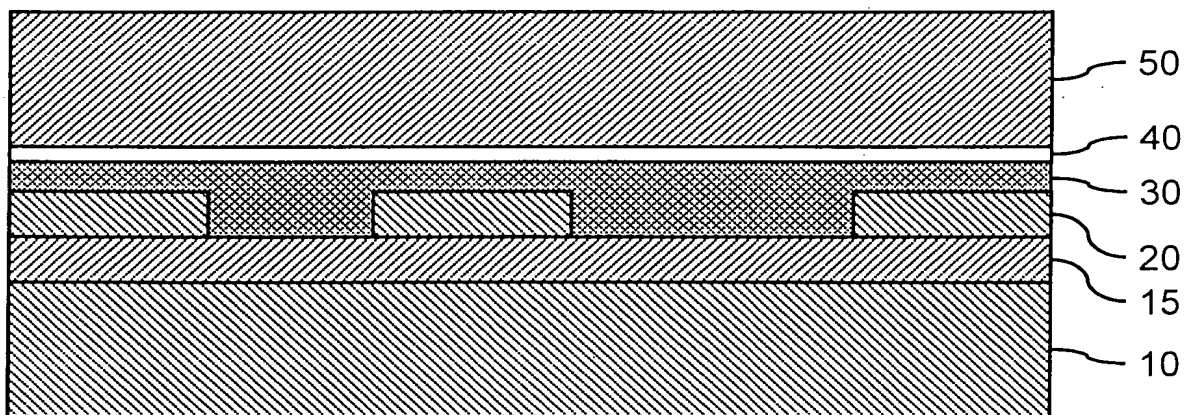


Fig. 3f

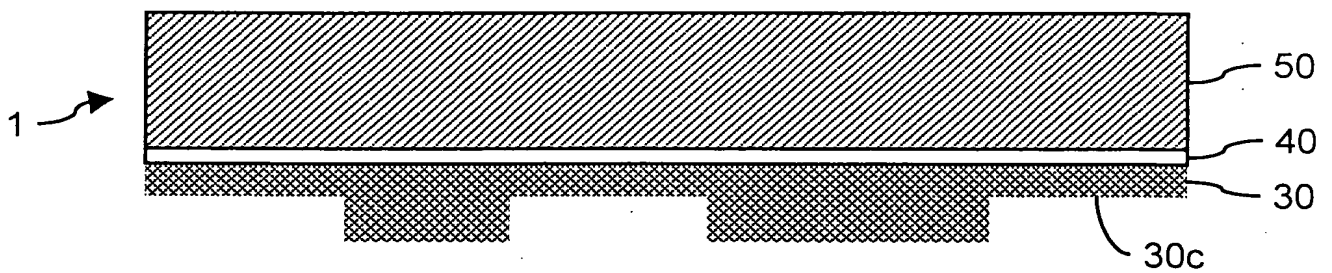


Fig. 4a

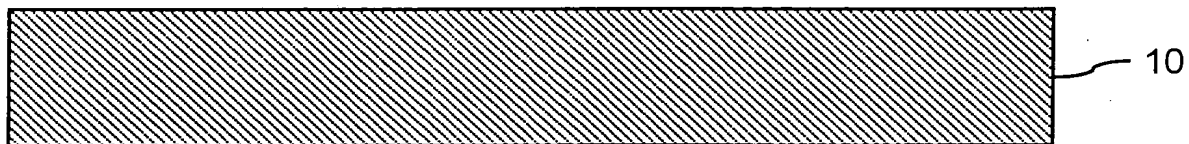


Fig. 4c

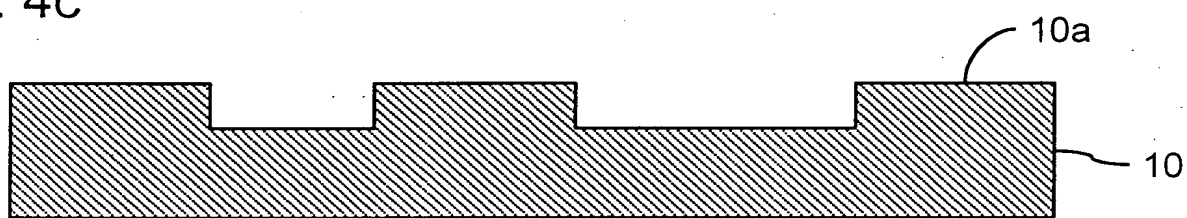


Fig. 4d

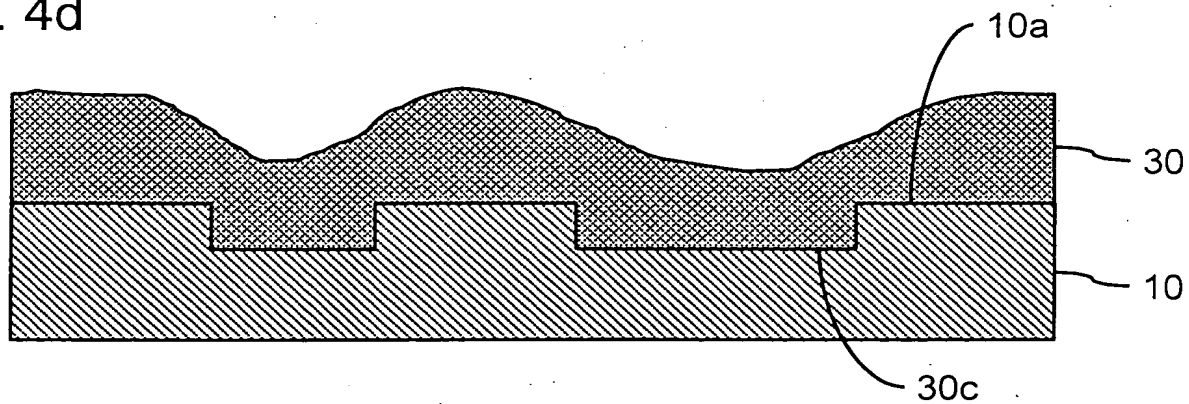


Fig. 5f

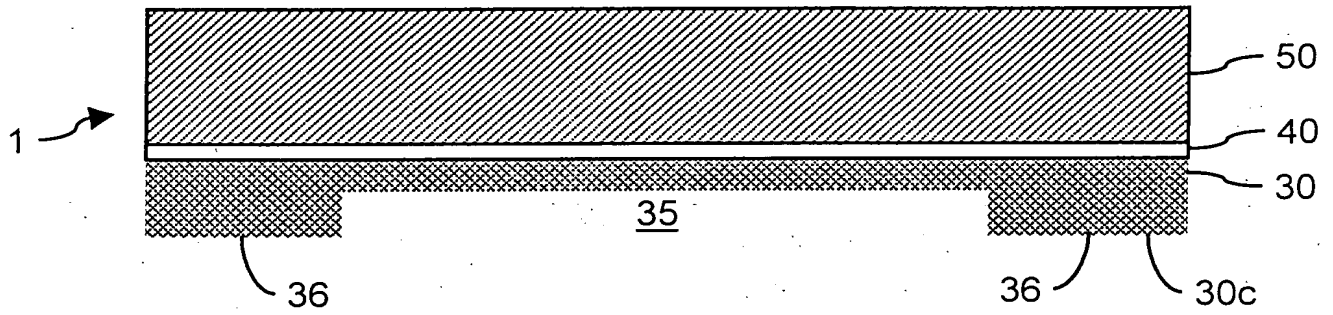
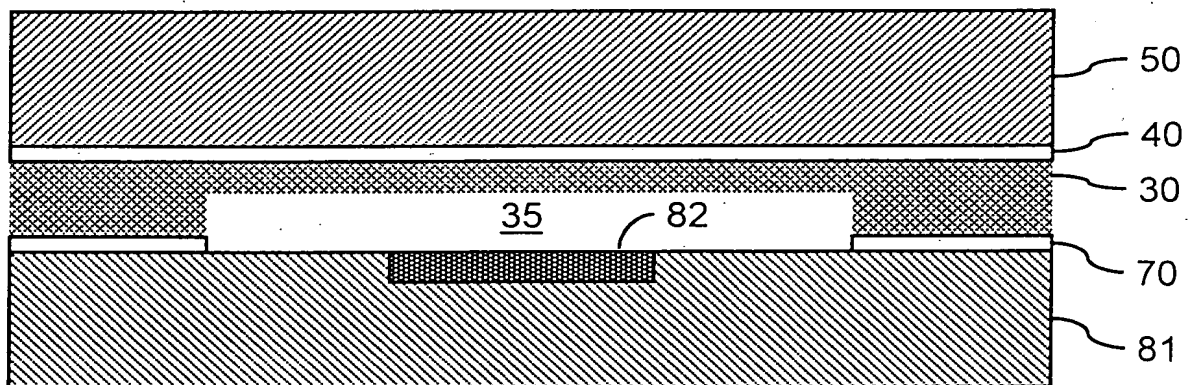


Fig. 5g



(9/11)

Fig. 6a



Fig. 6d

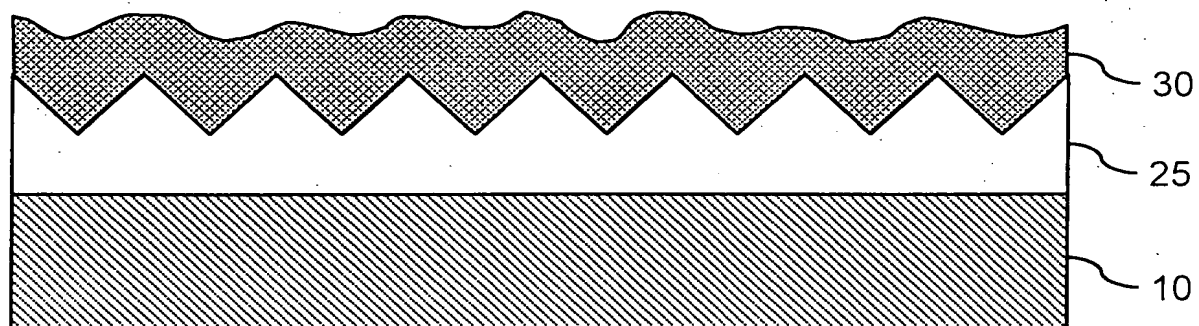
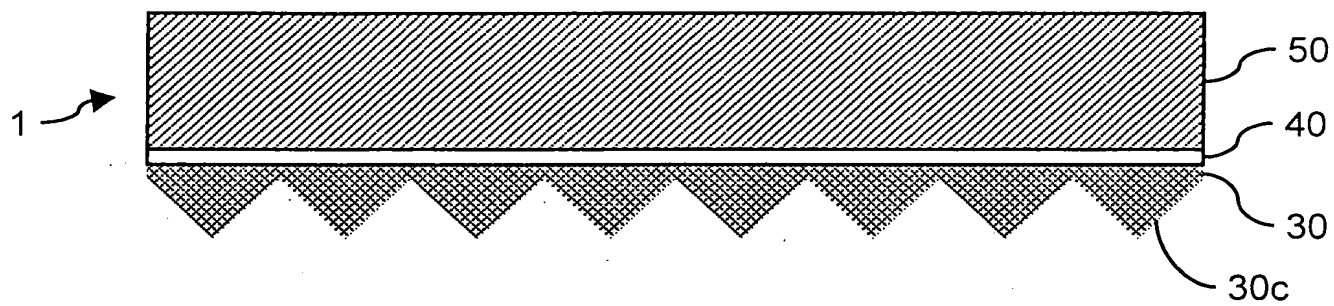


Fig. 6f



(10/11)

Fig. 7

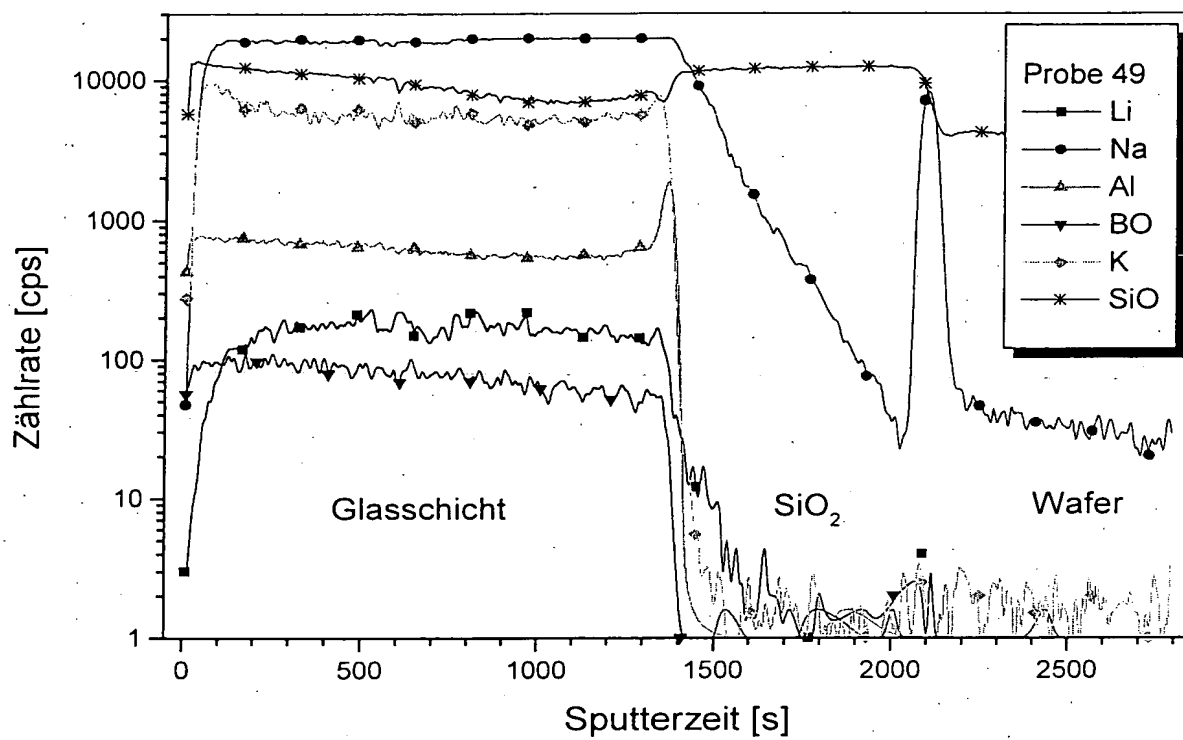
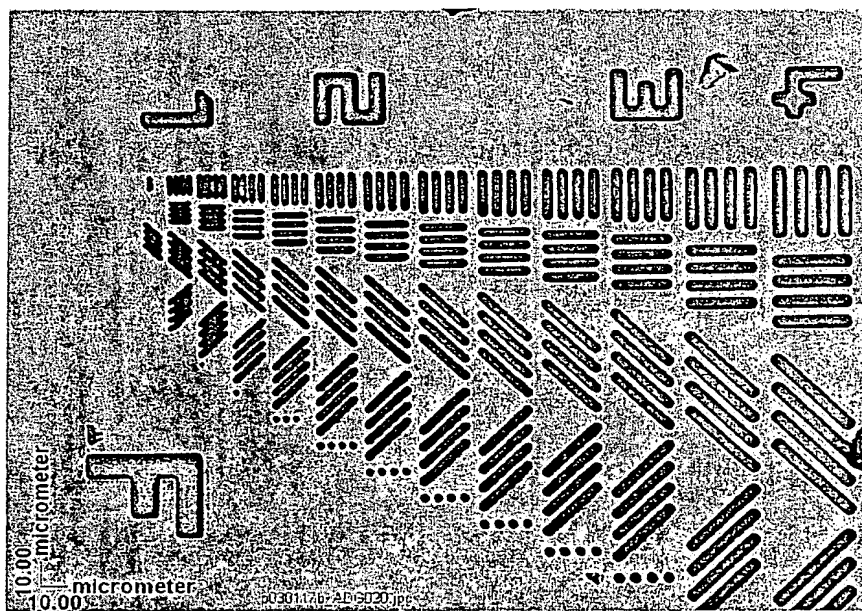


Fig. 8



(11/11)

Fig. 9

